不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能、肠道发育、养分表观代谢率及血清生化指标的影响

侯振平[1]　林　谦[1*]　蒋桂韬[2]　吴端钦[1]　王满生[1]　王郝为[1]　戴求仲[1,2**]

(1.中国农业科学院麻类研究所，长沙 410205；2.湖南省畜牧兽医研究所动物营养与饲养技术研究室，长沙 410131)

摘　要：本试验旨在研究不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能、肠道发育、养分表观代谢率及血清生化指标的影响。试验选取健康、体重接近的21日龄朗德鹅360羽，随机分为5个处理，每个处理9个重复，每个重复8只鹅。处理Ⅰ（对照处理）饲喂基础饲粮，试验处理（处理Ⅱ～Ⅴ）分别饲喂用20%、30%、40%和50%青贮苎麻替代基础饲粮的试验饲粮。试验期43 d。结果表明：1）处理Ⅱ～Ⅴ试验鹅的平均日采食量均显著高于处理Ⅰ（P<0.05），处理Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ试验鹅的料重比均显著高于处理Ⅰ（P<0.05）；处理Ⅱ试验鹅的平均日增重最高，但各处理间试验鹅的平均日增重无显著差异（P>0.05）。2）各处理间试验鹅的肠道总长度、十二指肠长度、空肠+回肠长度、盲肠长度以及肠道重量均无显著差异（P>0.05）；处理Ⅱ试验鹅的回肠绒毛高度及绒毛高度/隐窝深度值显著高于处理Ⅰ（P<0.05）。3）处理Ⅰ试验鹅的总能和粗蛋白质表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05），处理Ⅰ、Ⅲ试验鹅的粗脂肪表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05），处理Ⅲ、Ⅴ试验鹅的粗纤维表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05）。4）各处理间试验鹅的血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、总胆固醇、尿素含量均无显著差异（P>0.05）。综上所述，在本试验条件下，以生长性能、养分表观代谢率、肠道发育及血清生化指标为评价依据，20%青贮苎麻比例替代基础饲粮饲喂21～64日龄朗德鹅效果最优。

关键词：青贮苎麻；朗德鹅；生长性能；肠道发育；养分表观代谢率

中图分类号：S835

当前，我国南方蛋白质类饲草资源匮乏的问题已成为困扰我国南方畜牧业发展的一大难题，农业部在《全国种植业结构调整规划（2016—2020年）》中明确指出，我国南方地区应重点发展饲用苎麻、油菜、桑叶等非常规型饲料原料资源[1]。苎麻因其具有生长较快、生物学产量高、嫩茎和叶营养丰富、粗蛋白质含量高、氨基酸组成平衡等特点，故有作为蛋白质

收稿日期：2017-11-14

基金项目：中国农业科学院科技创新工程（ASTIP-IBFC）；国家水禽产业技术体系建设专项资金（CARS-43）；湖南省重点研发计划（2016NK2170）资助

作者简介：侯振平（1978-），女，河南周口人，副研究员，博士，主要从事饲料资源开发与生物学效价评定研究。E-mail: 826241582@qq.com

*同等贡献作者

**通信作者：戴求仲，研究员，博士生导师，E-mail: daiqiuzhong@gmail.com

类饲料原料开发的巨大潜力[2,3]。而鹅作为一种能采食高粗纤维水平牧草来维持自身生长需要的家禽[4]，对其喂食鲜苎麻取得了一定的饲喂效果[5-7]。不过由于苎麻中单宁等抗营养因子含量较高[8]，纤维素等非淀粉多糖含量亦十分丰富，这使得其适口性和饲用价值受到了影响。而饲料原料的青贮技术则通过将收获后的新鲜青绿饲料装入青贮窖或被膜，来利用厌氧微生物进行发酵，从而既能保持青绿饲料的某些原有特点，又能酵解原料中非淀粉多糖等各类抗营养因子，提高原料的适口性和可利用养分水平[9]。

吴端钦等[1]研究发现，青贮苎麻质地柔软，具芳香气味，其中粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维以及粗灰分含量亦均高于苜蓿干草；同时该研究还发现青贮苎麻以 33%～67%的比例替代奶牛饲粮中的苜蓿干草，不会影响奶牛的生产性能、乳成分及血清生化指标，体现出了良好的饲用效果。高钢等[10]研究了苎麻嫩茎叶青贮饲料对波尔山羊肉品质以及育肥效果的影响，结果表明，苎麻嫩茎叶青贮料添加到全混合日粮中，不影响山羊正常采食，相对于苜蓿干草，饲喂苎麻嫩茎叶青贮料对试验羊增重效果明显，并且能降低羊肉硬脂酸含量，提高风味氨基酸含量，改善肉品质。但总体来说，目前还未见国内外有关于苎麻青贮喂鹅的相关研究报道。因此，本试验以朗德鹅为试验动物，旨在研究不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对鹅生长性能、肠道发育、养分表观代谢率及血清生化指标的影响，以期全面评估青贮苎麻喂鹅的效果，同时为青贮苎麻在肉鹅养殖中的合理应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

青贮苎麻制作：收获株高 1.5 m 左右的苎麻鲜草，利用揉搓切割机将其整株切碎至 3 cm 左右，然后用打捆包膜一体机打捆密封、青贮。青贮苎麻营养成分同吴端钦等[1]报道。

1.2 基础饲粮

试验基础饲粮参考 NRC（1994）鹅营养需要，以玉米、豆粕等为主要原料配合而成，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
玉米 Corn	62.60	代谢能 ME/(MJ/kg)	11.64
豆粕 Soybean meal	25.50	粗蛋白质 CP	18.00
棉籽粕 Cottonseed meal	4.00	粗纤维 CF	3.10

次粉 Wheat middling	3.00	钙 Ca	1.02
石粉 Limestone	1.90	总磷 TP	0.57
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.20	可利用磷 AP	0.36
预混料 Premix[1)]	1.00	食盐 NaCl	0.33
食盐 NaCl	0.30	赖氨酸 Lys	1.10
L-赖氨酸 *L*-Lys（78%）	0.30	蛋氨酸 Met	0.48
DL-蛋氨酸 *DL*-Met （98.5%）	0.20	蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.78
合计 Total	100.00		

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kilogram of the diet：VA 12 000 IU，VD_3 2 500 IU，VE 20 mg，VK_3 3 mg，VB_1 3 mg，VB_2 8 mg，VB_6 7 mg，VB_{12} 0.03 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 20 mg，烟酸 nicotinic acid 50 mg，生物素 biotin 0.1 mg，叶酸 folic acid 1.5 mg，Cu (as copper sulfate) 9 mg，Zn (as zinc sulfate) 110 mg，Fe (as ferrous sulfate) 100 mg，Mn (as manganese sulfate) 100 mg，Se (as sodium selenite) 0.16 mg，I (as potassium iodide) 0.6 mg。

[2)] 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3 试验动物及试验设计

试验选择体重相近、健康状况良好的 21 日龄朗德鹅 360 羽，随机分为 5 个处理，每个处理 9 个重复，每个重复 8 只鹅。各处理间试验鹅平均初始重均无显著差异（P>0.05）。处理Ⅰ（对照处理）饲喂基础饲粮，试验处理（处理Ⅱ～Ⅴ）分别饲喂用 20%、30%、40%和 50%青贮苎麻替代基础饲粮的试验饲粮。试验期 43 d。

1.4 饲养管理

试验在中国农业科学院麻类研究所试验鹅场进行，试验鹅采用网上平养，按常规免疫，自由采食和饮水，24 h 光照，舍内自然通风，保持正常温度，相对湿度（60±5）%，鹅舍每天清粪 1 次。

1.5 试验饲粮主要营养水平实测值

基础饲粮及不同比例青贮苎麻替代基础饲粮后各处理的试验饲粮主要营养水平实测值如下：基础饲粮粗蛋白质水平为 17.88%，粗纤维水平为 3.13%；处理Ⅱ试验饲粮粗蛋白质水平为 18.32%，粗纤维水平为 9.60%；处理Ⅲ试验饲粮粗蛋白质水平为 18.49%，粗纤维水平为 12.70%；处理Ⅳ试验饲粮粗蛋白质水平为 18.68%，粗纤维水平为 16.11%；处理Ⅴ试验饲粮粗蛋白质水平为 18.83%，粗纤维水平为 19.27%。

1.6 指标测定

1.6.1 生长性能指标

试验鹅 21 和 64 日龄时，08:00 点进行空腹称重（称重前停饲 12 h），试验期间以重复为

单位记录试验鹅每天的耗料量及剩余料量，并计算饲养试验各阶段试验鹅平均初重、平均末重、平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）和料重比（F/G）。

1.6.2 肠道发育及肠黏膜形态结构指标

于试验鹅 64 日龄时分别从各处理每重复中选择 1 只接近该处理平均体重、采食正常、无怪癖的健康鹅只，采用颈部放血致死后屠宰，并迅速分离出试验鹅肠道，测量肠道总长度和肠道重量，之后分离十二指肠、空肠、回肠和盲肠，分别测量各肠段长度，并剪取十二指肠、空肠、回肠中段各 1.5 cm 左右，用玻璃棒轻轻挑去其中内容物，并用生理盐水轻轻涮洗干净，再用滤纸吸干残余水分后，置于 10%甲醛磷酸缓冲液中固定。接着将固定的标本经脱水→透明→浸蜡→包埋→修块→切片→展片→常规苏木精-伊红（HE）染色等处理后，制成 4~6 μm 厚的石蜡切片[11]。然后挑选制作合格的切片用显微镜在 40、100 倍下随机选择多个非连续性视野观察切片并挑选典型视野拍摄成图片，随后通过图像分析软件进行分析，测定肠绒毛高度、隐窝深度、肠壁厚度，并计算绒毛高度/隐窝深度值。

1.6.3 养分表观代谢率

于试验鹅 64 日龄时分别从各处理每重复中选择 1 只接近该处理平均体重、采食正常、无怪癖的健康鹅只，移至代谢笼适应，并进行代谢试验。代谢试验采用绝食强饲法，包括 4 个时期：预饲期、禁食排空期、强饲期和粪尿排泄物收集期。预试期 7 d，正试期 4 d，前 2 天为禁食排空期，禁食期间通过饮水每只鹅每日补充葡萄糖 50 g，于第 3 天进行强饲，每次通过强饲器对每只鹅强饲 50 g 试验饲粮并及时按个体进行记录，强饲后采用全收粪法分别收集每只鹅 48 h 的排泄物，每日收集若干次，为防止样品储存期间腐败和氨的挥发损失，每次收集后加 0.1 mol/L HCl 搅拌均匀，混匀后立即置于-20 ℃下保存，全部粪尿收集完毕后转入 60～65 ℃烘箱中鼓风干燥至恒重，置室内回潮 24 h 后称重、记录，作为风干粪重，粉碎，过 40 目筛，混匀，装入封口袋中封存备测。

总能采用全自动氧弹测热仪测定，粗蛋白质含量采用凯氏定氮法测定，粗脂肪含量采用索氏抽提法测定，粗纤维含量采用酸碱消煮法测定。养分表观代谢率计算公式如下：

养分表观代谢率(%)＝100×（养分摄入量-养分排泄量）/养分摄入量。

1.6.4 血清生化指标

于试验鹅 64 日龄时分别从各处理每重复中选择 1 只接近该处理平均体重、采食正常、无怪癖的健康鹅只，翼静脉采血 8 mL，注入 10 mL 离心管中倾斜放置，让血液自然凝固。在血凝 30 min 后以 3 000 r/min 离心 15 min 分离并收集血清，-20 ℃下保存，以测定相关血清生化指标。葡萄糖（GLU）含量采用葡萄糖氧化酶法测定，总胆固醇（TC）含量采用胆

固醇氧化酶法测定，尿素（UREA）含量采用尿素酶法测定，总蛋白（TP）含量采用双缩脲法测定，白蛋白（ALB）含量采用溴甲酚绿法测定。各指标都使用由桂林优利特医疗电子有限公司产的相应试剂盒测定，所有检测均在 URIT-8000 全自动生化分析仪（桂林优利特医疗电子有限公司生产）上进行；而球蛋白（GLO）含量通过计算获得：

球蛋白含量=总蛋白含量-白蛋白含量。

1.7 数据统计分析

试验数据用 Excel 2003 软件进行初步处理后，采用 SPSS 13.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），若处理间差异显著，则采用 Duncan 氏法进行多重比较，显著水平为 $P<0.05$。试验结果以“平均值±标准差”表示。

2 结 果

2.1 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能的影响

不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能的影响见表 2。各处理试验鹅的 ADFI 和 F/G 随着青贮苎麻替代比例的增加而逐渐升高，同时，与处理 I 相比，不同比例青贮苎麻替代基础饲粮的各处理试验鹅的 ADFI 均显著升高（$P<0.05$），而处理III、IV、V 试验鹅的 F/G 也均显著升高（$P<0.05$）。各处理间试验鹅的 ADG 均无显著差异（$P>0.05$），但处理 II 试验鹅获得了最优的 ADG，且较处理 I 试验鹅的 ADG 提高了 8.77%（$P>0.05$）。各处理间试验鹅的平均初重、平均末重均无显著差异（$P>0.05$）。

表 2 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能的影响

Table 2 Effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on growth performance of Landes geese

项目 Items	平均初重 Average initial weight/g	平均末重 Average final weight/g	平均日采食量 ADFI/(g/d)	平均日增重 ADG/(g/d)	料重比 F/G
处理 I Group I	1 584.38±31.16	4 658.93±480.19	331.67±33.10^{c}	76.86±12.21	4.39±0.67^{d}
处理 II Group II	1 584.38±35.20	4 928.57±250.48	387.17±8.63^{b}	83.60±6.58	4.65±0.38^{cd}
处理III Group III	1 558.33±15.31	4 565.08±480.55	390.66±14.46^{b}	75.17±12.02	5.32±0.87^{bc}
处理IV Group IV	1 568.06±30.05	4 544.44±244.68	414.61±25.52^{b}	74.41±6.53	5.62±0.67^{ab}
处理 V Group V	1 570.83±45.50	4 561.91±310.04	452.64±42.31^{a}	74.78±7.47	6.12±1.02^{a}
P 值 P-value	0.427	0.200	0.000	0.255	0.000

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。表 3、表 5

同。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as Table 3 and Table 5.

2.2 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠道发育及肠黏膜形态结构的影响

不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠道发育的影响见表 3。各处理间肠道总长度、十二指肠长度、空肠+回肠长度、盲肠长度以及肠道重量均无显著差异（P>0.05）；与处理 I 相比，不同比例青贮苎麻替代基础饲粮的各处理试验鹅的肠道重量、肠道总长度、空肠+回肠长度、盲肠长度均有所升高（P>0.05）。

而不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠黏膜形态结构的影响见表 4。与处理 I 相比，处理 II 试验鹅的回肠绒毛高度、绒毛高度/隐窝深度值均显著升高（P<0.05）。各处理间试验鹅十二指肠、空肠的绒毛高度、隐窝深度、肠壁厚度、绒毛高度/隐窝深度值均无显著差异（P>0.05）。

表 3　不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠道发育的影响

Table 3　Effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on intestinal development of Landes geese

项目 Items	肠道总长度 Intestinal full length/cm	十二指肠长度 Duodenal length/cm	空肠+回肠长度 Length of jejunum and ileum/cm	盲肠长度 Cecum length/cm	肠道重量 Intestinal weight/kg
处理 I　Group　I	231.17±21.97	38.17±1.94	159.21±8.96	23.83±2.15	0.08±0.02
处理 II　Group　II	236.00±9.88	37.50±2.51	162.82±4.52	25.56±3.21	0.09±0.01
处理 III　Group　III	253.33±16.32	40.83±2.23	167.09±3.02	27.80±2.67	0.09±0.01
处理 IV　Group　IV	252.00±21.49	39.67±2.66	165.63±5.90	26.90±3.83	0.10±0.02
处理 V　Group　V	247.86±19.59	40.14±3.34	164.56±7.98	24.75±4.96	0.09±0.02
P 值 P-value	0.868	0.168	0.202	0.267	0.683

2.3　不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅养分表观代谢率的影响

不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅养分表观代谢率的影响见表 5。处理 I 试验鹅的总能和粗蛋白质表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05），处理 I 、III试验鹅的粗脂肪表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05）；处理III、V 试验鹅的粗纤维表观代谢率显著高于其他各处理（P<0.05）。

表 5　不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅养分表观代谢率的影响

Table 5　Effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on nutrient apparent metabolic rate of Landes geese　　%

项目 Items	总能 Total energy	粗蛋白质 Crude protein	粗纤维 Crude fiber	粗脂肪 Ether extract
处理Ⅰ Group Ⅰ	66.43±1.19[a]	40.32±1.35[a]	16.13±5.61[d]	70.70±0.64[a]
处理Ⅱ Group Ⅱ	60.84±0.55[c]	21.23±1.13[c]	23.35±7.75[c]	63.93±1.04[b]
处理Ⅲ Group Ⅲ	63.23±0.82[b]	23.47±1.10[b]	45.85±3.93[a]	67.83±1.30[a]
处理Ⅳ Group Ⅳ	53.25±1.77[d]	12.08±1.34[d]	37.43±4.28[b]	63.65±4.57[b]
处理Ⅴ Group Ⅴ	49.32±1.00[e]	6.97±0.98[e]	47.06±4.14[a]	59.83±3.93[c]
P 值 *P*-value	0.00	0.00	0.00	0.02

2.4 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅血清生化指标的影响

不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅血清生化指标的影响见表 6。各处理间试验鹅的血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、总胆固醇、尿素含量均无显著差异（$P>0.05$）。

表 6 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅血清生化指标的影响

Table 6 Effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on serum biochemical indices of Landes geese

项目 Items	处理Ⅰ Group Ⅰ	处理Ⅱ Group Ⅱ	处理Ⅲ Group Ⅲ	处理Ⅳ Group Ⅳ	处理Ⅴ Group Ⅴ	*P* 值, *P*-value
总蛋白 TP/（g/L）	25.93±4.65	26.63±5.33	29.67±4.93	28.53±2.42	28.10±9.30	0.481
白蛋白 ALB/（g/L）	10.33±1.75	10.66±2.18	11.87±1.79	11.53±0.92	11.80±4.26	0.494
球蛋白 GLO/（g/L）	15.60±2.91	15.97±3.16	17.80±3.16	17.00±1.61	16.30±5.05	0.475
葡萄糖 GLU/（mmol/L）	7.23±1.20	7.16±1.39	8.46±1.22	8.04±0.61	7.59±2.05	0.309
总胆固醇 TC/（mmol/L）	2.99±0.67	3.11±0.87	3.56±0.72	3.35±0.71	2.83±0.75	0.294
尿素 UREA/（mmol/L）	0.80±1.31	0.70±0.12	0.93±0.47	0.62±0.08	0.78±0.08	0.162

3 讨 论

3.1 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅生长性能的影响

目前，对于苎麻在肉鹅饲粮中的应用研究报道较少，蒋桂韬等[6]研究饲粮不同苎麻与精料配合比对朗德鹅生长性能和肠道黏膜形态结构发育的影响时发现，以生长性能和肠道形态结构发育为评价指标，在试验鹅 2～4 周龄和 5～7 周龄时饲用苎麻的添加比例控制在 50%以下较为适宜，这样通过后期补饲精料能达到与一直饲喂精料相当的效果；李闯等[7]研究饲粮不同精料与苎麻配比对湘白鹅生长性能的影响结果表明，湘白鹅饲养的 2～4 周龄阶段饲粮中按精料与苎麻 1:3 配比，5～7 周龄阶段饲粮中按精料与苎麻 1:4 配比饲喂，再通过后期

补饲精料，可获得较好的养殖效益。然而，目前还未见青贮苎麻在肉鹅饲粮中的应用研究报道。本试验中，试验鹅的 ADFI 和 F/G 随着青贮苎麻替代比例的不断增加而逐渐升高，而各处理间试验鹅 ADG 均无明显差异，这与 Chen 等[12]研究不同粗纤维水平对罗曼白鹅生长性能影响的结果较一致，其发现随着饲粮粗纤维水平提高，7～10 周龄试验鹅的 ADG 无显著变化，而试验鹅的 ADFI 和 F/G 则升高。不过，在本试验中，按 20%青贮苎麻比例替代基础饲粮的处理Ⅱ试验鹅获得了最优的 ADG，且处理Ⅱ试验鹅的 F/G 较饲喂基础饲粮的处理Ⅰ亦无显著差异。

表 4　不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠道黏膜形态结构的影响

Table 4　Effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on intestinal mucosal morphology of Landes geese

项目 Items	处理Ⅰ Group Ⅰ	处理Ⅱ Group Ⅱ	处理Ⅲ Group Ⅲ	处理Ⅳ Group Ⅳ	处理Ⅴ Group Ⅴ	*P* 值 *P*-value
十二指肠 Duodenum						
绒毛高度 Villus height/μm	600.59±17.44	592.42±101.90	656.50±40.46	583.31±54.33	600.45±89.30	0.587
隐窝深度 Crypt depth/μm	122.45±16.39	130.81±6.07	113.47±17.99	123.01±22.42	121.73±15.50	0.780
肠壁厚度 Intestinal wall thickness/μm	385.50±56.33	340.97±47.36	367.42±29.44	376.33±41.58	381.22±45.68	0.717
绒毛高度/隐窝深度 V/C	4.96±0.64	4.52±0.67	5.87±0.76	4.83±0.76	4.98±0.77	0.188
空肠 Jejunum						
绒毛高度 Villus height/μm	663.38±96.21	588.12±69.76	664.72±53.25	721.71±75.51	676.90±153.56	0.528
隐窝深度 Crypt depth/μm	115.59±1.93	110.84±14.62	113.69±8.62	120.74±8.74	113.02±20.22	0.839
肠壁厚度 Intestinal wall thickness/μm	314.86±58.70	305.14±21.14	328.30±25.94	316.92±42.25	286.26±26.43	0.509
绒毛高度/隐窝深度 V/C	5.75±0.92	5.32±0.27	5.88±0.75	5.99±0.64	5.99±0.67	0.686
回肠 Ileum						
绒毛高度 Villus height/μm	644.12±47.36^{b}	763.16±20.50^{a}	674.88±64.29^{b}	650.65±65.28^{b}	712.22±24.91^{ab}	0.038
隐窝深度 Crypt depth/μm	113.38±12.56	114.14±12.35	119.32±12.73	105.22±9.21	115.94±5.89	0.350
肠壁厚度 Intestinal wall thickness/μm	256.46±47.71	265.95±53.86	294.53±50.20	256.39±27.62	261.00±19.32	0.613
绒毛高度/隐窝深度 V/C	5.70±0.34^{b}	6.73±0.57^{a}	5.66±0.17^{b}	6.19±0.38^{ab}	6.15±0.33^{ab}	0.012

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。表 6 同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as Table 6.

3.2 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅肠道发育及肠黏膜形态结构的影响

一方面，有研究报道显示饲粮粗纤维水平的变化会对鹅的消化道发育产生一定影响，且饲粮粗纤维水平对仔鹅各肠段的长度和重量影响更为明显[13]。如杨曙明等[14]报道随饲粮苜蓿草粉添加量升高，豁眼鹅小肠、盲肠重占整个消化道的比重上升；又如周秀丽等[15]研究表明饲粮中苜蓿含量变化对鹅盲肠长度和重量产生显著影响。另一方面，肠黏膜绒毛高度、隐窝深度及两者的比值是衡量肠道消化吸收功能的重要指标[16]。肠绒毛是吸收养分的主要组织，绒毛高度增高时，机体对养分的吸收能力也增强[16]，隐窝深度可反映肠上皮细胞更新速度，肠绒毛高度/隐窝深度值则综合反映小肠功能状态，绒毛高度/隐窝深度值增大，说明肠内膜面积较大，肠黏膜结构改善，单位面积绒毛细胞数上升，消化吸收功能增强[16-18]。本试验中，不同比例青贮苎麻替代基础饲粮的各处理试验鹅肠道重量、肠道总长度及各肠段长度均有所升高，同时，按 20%比例青贮苎麻替代基础饲粮的处理 II 试验鹅回肠绒毛高度、绒毛高度/隐窝深度值均显著提高，说明一定比例的青贮苎麻替代基础饲粮饲喂朗德鹅能够改善试验鹅的肠道发育及肠黏膜形态结构状况。

3.3 不同比例青贮苎麻替代基础饲粮对朗德鹅养分表观代谢率和血清生化指标的影响

许多报道证实随着饲粮纤维水平的增加，鹅对粗纤维的代谢率会增加[19]，而对饲粮中其他养分（如粗蛋白质等）的代谢率会下降[15]，这与本试验的研究结果相一致。在本试验中，随着青贮苎麻替代比例的升高，试验鹅粗纤维表观代谢率亦逐渐升高，而总能和粗蛋白质表观代谢率则逐渐降低，究其原因，一方面，试验中粗纤维表观代谢率的升高与鹅作为一种能大量利用青粗饲料的家禽有关；另一方面，其他养分表观代谢率降低则主要与饲粮纤维水平会影响饲料滞留消化道的时间和滞留率有关[20]。不过，本试验中随着青贮苎麻替代水平升高，试验鹅采食量亦升高，从而抵消了养分表观代谢率下降对生长性能造成的影响，其中，按 20%比例青贮苎麻替代基础饲粮的处理 II 不仅获得了最佳的 ADG，其 F/G 也与饲喂基础饲粮的处理 I 无显著差异。

动物机体血清中各生理生化指标可作为反映机体生理状况与健康与否的良好指征[21]。本试验中，各处理间试验鹅的血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、葡萄糖、总胆固醇、尿素含量均无显著差异，说明苎麻青贮可以部分替代基础饲粮来饲喂朗德鹅，而不影响试验鹅机体的生理生化状况及健康。

4 结 论

综合认为，在本试验条件下，以生长性能、养分表观代谢率、肠道发育及血清生化指标为评价依据，20%青贮苎麻比例替代基础饲粮饲喂 21～64 日龄朗德鹅效果最优。

参考文献：

[1] 吴端钦,魏仲珊,高帅,等.苎麻青贮替代苜蓿干草对奶牛生产性能、乳成分及血清指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(5):1645–1651.

[2] 朱涛涛.苎麻与南方主要牧草的饲用价值比较研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2014.

[3] 贺海波,白彩虹,邹坤,等.苎麻叶的饲用研究与开发利用[J].饲料研究,2013(4):83–87.

[4] 韩娟,江栋材,王志跃,等.鹅对饲粮粗纤维的利用[J].动物营养学报,2014,26(4):868–876.

[5] 李闯,蒋桂韬,林谦,等.饲用苎麻对朗德鹅的饲用价值评定[J].中国饲料,2016(4):23–26.

[6] 蒋桂韬,林谦,李闯,等.不同苎麻与精料配合比饲粮对朗德鹅生长性能和肠道黏膜形态结构发育的影响[J].家畜生态学报,2015,36(11):32–36.

[7] 李闯,林谦,蒋桂韬,等.日粮不同精料与苎麻配比对湘白鹅生长性能的影响研究[J].中国饲料,2015(17):13–16.

[8] 魏金涛,严念东,杨雪海,等.苎麻及副产物作为饲料原料的应用研究进展[J].饲料工业,2015,36(S1):17–20.

[9] 朱涛涛,朱爱国,余永延,等.苎麻饲料化的研究[J].草业科学,2016,33(2):338–347.

[10] 高钢,熊和平,陈平,等.饲喂苎麻嫩茎叶青贮料对山羊育肥效果及肌肉品质的影响[J].饲料工业,2016,37(19):20–23.

[11] 李芙燕.几种饲料添加剂对肉鸡小肠黏膜结构及黏膜免疫相关细胞分布的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业大学,2006.

[12] CHEN Y H,HSU J C,YU B.Effects of dietary fiber levels on growth performance,intestinal fermentation and cellulase activity of goslings[J].Journal of Chinese Society of Animal Science,1992,21(2):15–28.

[13] 谢燕娟.低粗纤维饲粮对仔鹅生长发育及盲肠微生物的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2016.

[14] 杨曙明,杨忠源,张甫山,等.生长豁鹅对富含纤维饲料利用率的研究[J].中国农业科学,1995,28(S1):171–176.

[15] 周秀丽.日粮中苜蓿、黑麦草和小麦麸含量对仔鹅生产性能及消化生理影响的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2004.

[16] LIN Q,ZHAO J F,XIE K,et al.Magnolol additive as a replacer of antibiotic enhances the growth performance of *Linwu* ducks[J].Animal Nutrition,2017,3(2):132–138.

[17] YASON C V,SUMMERS B A,SCHAT K A.Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys:pathology[J].American Journal of Veterinary Research,1987,48(6):927–938.

[18] 林谦,戴求仲,宾石玉,等.饲粮添加益生菌与酶制剂对黄羽肉鸡生长性能的影响及相关机理[J].动物营养学报,2012,24(10):1955–1965.

[19] HOLLISTER A G,NAKAUE S,ARSCOTT G H.Studies with confinement-reared goslings.:1.Effects of feeding high levels of dehydrated alfalfa and kentucky bluegrass to growing goslings[J].Poultry Science,1984,63(3):532–537.

[20] 朱晓春.两种纤维源饲粮对仔鹅生产性能和消化生理的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2014.

[21] 林谦,戴求仲,宾石玉,等.益生菌与酶制剂对黄羽肉鸡血液生化指标和免疫性能影响的协同效应研究[J].饲料工业,2012,33(14):31–36.

Effects of Different Proportions of Silage Ramie Instead of Basal Diet on Growth Performance, Intestinal Development, Nutrient Apparent Metabolic Rate and Serum Biochemical Indices of Landes Geese

HOU Zhenping[1] LIN Qian[1*] JIANG Guitao[2] WU Duanqin[1] WANG Mansheng[1] WANG Haowei[1] DAI Qiuzhong[1,2**]

(1. *Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha* 410205, *China;* 2. *Department of Animal Science and Feeding Technology, Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Medicine*, *Changsha* 410131, *China)*

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of different proportions of silage ramie instead of basal diet on growth performance, intestinal development, nutrient apparent metabolic rate and serum biochemical indices of Landes geese. A total of 360 healthy 21-day-old Landes geese with similar body weight were randomly selected and allocated to 5 groups with 9 replicates per group and 8 geese per replicate. Geese in the group Ⅰ (control group) were fed a basal diet, and the others in the test groups (groups Ⅱ to Ⅴ) were fed with the experimental diets which made silage ramie replacing the basal diet according to the proportions of 20%, 30%, 40% and 50%, respectively. The results showed as follows: 1) the average daily feed intake of geese of

*Contributed equally
** Corresponding author, professor, E-mail: daiqiuzhong@gmail.com
（责任编辑　武海龙）

groups Ⅱ to Ⅴ was significantly higher than that of group Ⅰ ($P<0.05$), and the ratio of feed to gain of geese of groups Ⅲ, Ⅳ and Ⅴ was significantly higher than that of group Ⅰ ($P<0.05$). In addition, the highest average daily gain of geese was obtained in the group Ⅱ, but there was no significant difference in average daily gain of geese among all groups ($P>0.05$). 2) There were no significant differences in total intestinal length, duodenal length, jejunum+ileum length, cecum length and intestinal weight of geese among all the groups ($P>0.05$). In addition, the villus height and villus height/crypt depth in ileum of geese of group Ⅱ were significantly higher than those of group Ⅰ ($P<0.05$). 3) The apparent metabolic rates of gross energy and crude protein of geese of group Ⅰ were significantly higher than those of other groups ($P<0.05$), the apparent metabolic rate of ether extract of geese of groups Ⅰ and Ⅲ was significantly higher than that of other groups ($P<0.05$), the apparent metabolic rate of crude fiber of geese of groups Ⅲ and Ⅴ was significantly higher than that of other groups ($P<0.05$). 4) There were no significant differences in the contents of total protein, albumin, globulin, glucose, total cholesterol and urea of geese among all groups ($P>0.05$). To sum up, under these experimental conditions, based on the evaluation of growth performance, nutrient apparent metabolic rate, intestinal development and serum biochemical indices of Landes geese, the results show that silage ramie replacing the basal diet according to the proportion of 20% is appropriate.

Key words: silage ramie; Landes geese; growth performance; intestinal development; nutrient apparent metabolic rate